

# Propuesta para evaluar la Viabilidad y la Funcionalidad del Sistema de Monitoreo Remoto Automatizado del Campo de Pozos de Biogás

Vertedero de Chiquita Canyon,  
Castaic, California  
Centro de SCAQMD No. 119219

Waste Connections 29201  
Henry Mayo Drive Castaic,  
CA 91384

## Presentado a:

Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur  
21865 Copley Drive  
Diamond Bar, CA 91765  
909-396-2000

**SCS ENGINEERS**

01204123.21-13 | 31 de enero de 2025

15521 Midlothian Turnpike, Suite 305  
Midlothian, VA 23113  
804-378-7440

## Tabla de Contenido

Sección	Página
Introducción .....	1
Equipos Instalados del Sistema de Monitoreo Remoto .....	2
Estudio de Viabilidad Piloto que Evalúa la Instrumentación, los Equipos y los Controles del RMS .....	3
Evaluación de la Viabilidad Técnica de la Instalación y la Funcionalidad de los Instrumentos y Equipos del RMS4	
Medición de Temperatura Pozo Abajo .....	4
Medición del Nivel de Líquido.....	4
Medición de la Presión.....	4
Dispositivo IIoT Industrial y Tarjetas de Entrada Remota .....	4
Sistema de Energía Solar.....	5
Evaluación del Desempeño, la Viabilidad y la Confiabilidad de los Instrumentos Bajo Condiciones	
Variables de la Zona Reactiva.....	5
Ubicación y Criterios para la Selección de los Pozos .....	6
Validación de los Datos Recibidos del RMS.....	6
Evaluación de la Futura Implementación del RMS.....	6
Programa del Estudio de Viabilidad Piloto .....	7

## INTRODUCCIÓN

Chiquita Canyon, LLC (Chiquita) opera un centro de disposición de desechos de vertederos de desechos sólidos municipales (MSW)/desechos sólidos ubicado en Castaic, California, en el Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur (SCAQMD) Centro No. 119219. El Comité de la Reacción elaboró esta Propuesta para Evaluar la Viabilidad y la Funcionalidad del Sistema de Monitoreo Remoto Automatizado del Campo de Pozos de Biogás en nombre de Chiquita, conforme a la Condición No. 66(a)(vi) de la Orden de Depuración Estipulada Modificada (SOFA) (Caso No. 6177-4) relacionada con el Vertedero de Chiquita Canyon (CCL, el Centro o el Vertedero). Esta propuesta presenta el Plan de Obra para realizar una prueba de campo para evaluar la viabilidad y la funcionalidad, como también la factibilidad, de cierta instrumentación, equipos, telemetría y componentes de control que puedan ser apropiados para un sistema de monitoreo remoto (RMS) para la medición remota automatizada de la temperatura y la presión dentro de pozos de biogás (LFG) con bombas ubicadas en la Zona Reactiva. Por consiguiente, esta Propuesta sirve como protocolo de prueba que detalla las actividades propuestas previstas para este estudio de viabilidad piloto y aquí se la denominará Protocolo de Prueba.

La Condición No. 66(a)(vi) de la SOFA Modificada requiere que:

*Para el 31 de enero de 2025 el Comité de la Reacción presente una propuesta para evaluar la viabilidad y la funcionalidad de un sistema de monitoreo remoto que mida la temperatura y la presión dentro de un pozo con una bomba ubicada dentro de la Zona Reactiva, que incluya la evaluación de varias profundidades dentro del pozo (ej. a poca profundidad, a una profundidad media y a gran profundidad). La propuesta deberá ser entregada a Baitong Chen [bchen@aqmd.gov]; Nathaniel Dickel [ndickel@aqmd.gov]; Christina Ojeda [cojeda@aqmd.gov] para su revisión. Al ser aprobado por el AQMD de la Costa Sur, el Informante deberá realizar la evaluación sobre la viabilidad. El Comité de la Reacción deberá presentar un informe final al AQMD de la Costa Sur (a Baitong Chen [bchen@aqmd.gov]; Nathaniel Dickel [ndickel@aqmd.gov]; Christina Ojeda [cojeda@aqmd.gov]) detallando los resultados del estudio de viabilidad y las recomendaciones para un mayor despliegue del sistema de monitoreo remoto antes de que pasen 150 días desde la aprobación de la propuesta de viabilidad.*

La documentación previa elaborada conforme a varias disposiciones de la SOFA Modificada que tratan los equipos del RMS automatizado para pozos y cabezales de pozos de LFG y que sirve como referencia para este Protocolo de Prueba y proporciona información sobre los antecedentes para prever la viabilidad, funcionalidad y factibilidad de ciertos componentes incluyen lo siguiente:

- **Plan de Monitoreo Remoto Automatizado del Campo de Pozos de LFG elaborado por SCS Engineers, con fecha 19/4/24.** Este Plan fue elaborado conforme a una versión anterior de la Condición 66 de la SOFA e identificó los parámetros operativos aplicables de pozos y cabezales de pozos de extracción de LFG, detalló el propósito y los objetivos del monitoreo remoto de estos parámetros operativos, analizó la instrumentación y los equipos de monitoreo específicos y presentó las recomendaciones del Comité de la Reacción para la implementación de un sistema de monitoreo remoto en el Vertedero.
- **Respuesta a la Orden de Depuración Estipulada de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur en el Caso No. 6177-4 Condición 66(a)(ii) elaborada por SCS Engineers con fecha 17/9/24.** Esta correspondencia detallaba los problemas e inquietudes previstos con el diseño, la especificación, la instalación y la implementación del monitoreo remoto del campo de pozos de LFG e identificó los seis componentes principales del sistema que se están considerando. La correspondencia incluyó evidencia de comunicación con el sistema, el dispositivo y los proveedores/fabricantes y/o contratistas de componentes y también comentó sobre la cadena de suministro y los plazos.

- **Respuesta a la Orden de Depuración Estipulada de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur en el Caso No. 6177-4 Condición 66(a)(iii) elaborada por SCS Engineers con fecha 11/10/24.** Esta correspondencia proporcionó documentación de las comunicaciones continuas con los proveedores, fabricantes y distribuidores de componentes del RMS.
- **Selección de Pozos de Biogás para la Instalación de Equipos del Sistema de Monitoreo Remoto, elaborada por el Comité de la Reacción, con fecha 15/10/24.** Esta correspondencia presentó la determinación del Comité de la Reacción sobre las ubicaciones para la instalación de los equipos iniciales del RMS, que involucró veinte (20) pozos de LFG a ser equipados con instrumentación de medición de temperatura y equipos de telemetría asociados, conforme a la Condición 66(a)(v). Esta determinación incluyó una revisión de la información de los antecedentes y un análisis sobre los criterios y las condiciones del campo que fueron consideradas por el Comité de la Reacción al seleccionar estos lugares.

El Protocolo de Prueba presenta las actividades propuestas, que incluyen instalación en el campo y revisión y validación de datos, previstas para facilitar la evaluación de la viabilidad, la funcionalidad y la factibilidad de los seis (6) componentes primarios del RMS (además de la instrumentación auxiliar, los equipos y los controles) que fueron especificados y seleccionados como se describe en la documentación de referencia arriba indicada.

Este Protocolo de Prueba además presenta un programa propuesto para cumplir con el estudio de

viabilidad piloto. Los objetivos de este estudio de viabilidad piloto se indican a continuación:

- Evaluar la viabilidad técnica de la instalación de componentes del RMS en pozos y cabezales de pozos con una bomba colocada dentro de la Zona Reactiva, que incluye la evaluación de varias profundidades dentro del pozo (ej. a poca profundidad, a profundidad media y a gran profundidad);
- Evaluar la viabilidad, la funcionalidad, el desempeño y la confiabilidad de la instrumentación y los equipos del RMS bajo condiciones operativas variables;
- Identificar potenciales criterios para la selección de las ubicaciones de los pozos;
- Evaluar y validar mediciones y monitorear los datos recibidos de la instrumentación del RMS; y
- Evaluar los protocolos operativos para los componentes del RMS a ser implementados más allá del estudio de viabilidad piloto.

## **EQUIPOS INSTALADOS DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO**

Chiquita y SCS Engineers (SCS) instalaron previamente los siguientes equipos del RMS para permitir la medición remota automatizada de ciertos parámetros operativos del sistema de LFG, como también las temperaturas de los desechos in-situ en la subsuperficie dentro de sondas de monitoreo de temperatura separadas en el Vertedero:

- Se instalaron los equipos del RMS y están funcionando para medir la temperatura en 20 cabezales de pozos operados en la Zona Reactiva Inicial, conforme a la Condición 66(a)(v) de la SOFA, consistente con la presentación del Comité de la Reacción del 15 de octubre de 2024. Se instalaron transmisores de temperatura en cajas de acero inoxidable en los veinte (20) pozos de LFG en diciembre de 2024 para medir y registrar la temperatura del biogás que fluye por estos cabezales de pozos. Hay instalado un dispositivo IIoT celular a batería que está funcionando en cada pozo.

- Se instalaron transmisores de presión en cinco (5) lugares dentro de los tubos de los cabezales en octubre de 2024 para medir el vacío dentro de la red de tuberías de recolección de LFG. Hay instalados un dispositivo IIoT celular y un sistema de energía solar que están en funcionamiento en cada punto de inserción de sensor.
- Hay colocadas termocuplas de alta temperatura con tuberías de acero inoxidable llenas de óxido de magnesio para alojar el cable de señal, en varios intervalos de profundidades dentro de veinte (20) sondas de monitoreo de temperatura (TMPs) que fueron instaladas en marzo y abril de 2024. Algunas de las TMPs están ubicadas junto a un barreno común con tuberías de elevación de pozos de extracción vertical de LFG. Hay instalados un dispositivo IIoT celular, una tarjeta de entrada remota y un sistema de energía solar que están en funcionamiento en cada sonda.
- Se introdujeron transmisores de nivel de líquido sumergibles en seis (6) pozos/TMPs para permitir la medición de los niveles de líquido entre octubre y diciembre de 2024.

## **ESTUDIO DE VIABILIDAD PILOTO PROPUESTO QUE EVALÚA LA INSTRUMENTACIÓN, LOS EQUIPOS Y LOS CONTROLES DEL RMS**

El Comité de la Reacción propone evaluar este RMS mediante este estudio de viabilidad piloto, que involucra la adquisición e instalación de la instrumentación, los equipos y los controles y otros componentes del RMS al que se hace referencia, se adquirirán y se instalarán en unos cinco (5) pozos dentro de la Zona Reactiva y están equipados con bombas en los lugares identificados en este Protocolo de Prueba. Los datos serán revisados y analizados como se detalla en este Protocolo de Prueba y se evaluará la viabilidad, la funcionalidad y el desempeño de los componentes en uso. Se evaluará la futura implementación de estos componentes y se elaborará un informe que será presentado al SCAQMD. El estudio de viabilidad piloto evaluará la viabilidad, la funcionalidad y la factibilidad de los siguientes seis (6) componentes del sistema primario, como se describió en mayor detalle en la documentación de referencia indicada arriba.

Estos seis componentes se resumen de la misma manera:

- Componente 1: tres (3) termocuplas pozo abajo para medir la temperatura en profundidades variables.
- Componente 2: un (1) transmisor pozo abajo para medir el nivel de líquidos dentro del pozo.
- Componente 3: un (1) transmisor de presión montado en la parte superior para medir el vacío aplicado dentro de la región superior del tubo de revestimiento del pozo; es un transmisor de presión simple sobre la tubería del elevador del pozo, que es donde está colocado el cabezal y no involucra suspender varios transmisores de presión en el tubo del revestimiento del pozo.
- Componente 4: un (1) dispositivo IIoT celular industrial para tomar datos de los sensores y transmitirlos al sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Datos en la nube de SCS para el monitoreo remoto, las alarmas y los informes.
- Componente 5: tarjetas de entrada remota para tomar datos de los sensores y transmitirlos al dispositivo IIoT.
- Componente 6: un (1) sistema de energía solar para alimentar con corriente directa los sensores y el dispositivo IIoT.

## **EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN Y LA FUNCIONALIDAD DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DEL RMS**

### **Medición de Temperatura Pozo Abajo**

Como se analizó en la documentación de referencia, los dispositivos seleccionados del Componente 1 son termocuplas encerradas en un encamisado de tuberías de acero inoxidable con óxido de magnesio en polvo en el espacio intersticial, suspendido en el tubo del revestimiento del pozo en varias profundidades para medir las temperaturas de los líquidos (gas o líquido). Se ha observado que estas termocuplas tienen un rendimiento apropiado por más de un año, pero han exhibido fallas debido a una variedad de factores en otros lugares de monitoreo de temperatura en vertederos de temperatura elevada. Las termocuplas serán suspendidas en intervalos de 40 pies, 80 pies y 120 pies. Las termocuplas se encerrarán en la tubería de acero inoxidable dentro del pozo para que el cableado no quede expuesto a biogás o a líquidos del vertedero. Se adjuntará la tubería al pozo utilizando adaptadores de compresión en la brida superior, para evitar fugas y reducir el potencial de que haya emisiones/oleros fugitivos. El cableado se conectará al panel del RMS.

### **Medición del Nivel de Líquido**

Como se trató en la documentación de referencia, el dispositivo seleccionado del Componente 2 es un transmisor de nivel electrónico sumergible para medir la presión hidrostática del líquido presente sobre la elevación del sensor. Esto logra la medición de presión desde un lugar debajo de la superficie de lixiviados dentro del pozo y no en el vacío aplicado sobre la superficie de lixiviados. El transmisor se suspenderá a más de 20 pies por encima del fondo del pozo y se le colocará un cable de señal sujeto al pozo usando un adaptador de compresión en la brida superior para evitar fugas y reducir el potencial de emisiones fugitivas u olores. El cable se conectará al panel del RMS.

### **Medición de la Presión**

Como se trató en la documentación de referencia, el dispositivo seleccionado del Componente 3 es un transmisor de presión electrónico fijo que mide el vacío aplicado del lado del pozo e la válvula de control de la boca del pozo. Se utilizarán adaptadores de refrigeración para proporcionar más protección contra fallas por alta temperatura de los transmisores de presión. Este dispositivo transmisor simple se colocará dentro de la boca del pozo o sobre la brida de la tapa del pozo, que se encuentra en la parte de arriba (y dentro) de la tubería de revestimiento del pozo y obtiene mediciones del interior del pozo, pero no está suspendido por debajo de la superficie del suelo. Se utilizará un sensor de presión fijo para tratar de evitar una potencial interferencia durante los trabajos de afinación y balanceo de rutina y para realizar el servicio típico y el recambio de bombas y otras actividades de mantenimiento que involucren componentes del pozo. Se instalará un transmisor de presión en cada pozo seleccionado. El transmisor se enroscará en el cabezal del pozo y el cable que sale de ese transmisor será conectado al panel del RMS. Sabiendo que los pozos seleccionados están construidos con tuberías de acero, probablemente deberá instalarse una nueva tapa del pozo con los adaptadores necesarios, para evitar perforar, golpear y roscar la tubería de acero.

### **Dispositivo IIoT Industrial y Tarjetas de Entrada Remota**

Se utilizarán tarjetas de entrada remota para tomar los datos de los transmisores y enviarlos al dispositivo IIoT celular. El dispositivo IIoT celular retorna la transmisión de datos a la plataforma de Control de Supervisión y Adquisición de Datos de SCS en la nube, SCSRMC.com. SCS ya está utilizando estos dispositivos en CCL y en otros varios sitios del vertedero.

## Sistema de Energía Solar

SCS ha diseñado sistemas de energía solar para este proyecto para proporcionar corriente a los sensores y a los dispositivos IIoT celulares en cada lugar. Los sistemas de energía solar diseñados por SCS también están siendo utilizados en CCL y otros varios sitios del vertedero.

## EVALUAR EL DESEMPEÑO, LA VIABILIDAD Y LA CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS BAJO CONDICIONES VARIABLES DE LA ZONA REACTIVA

Los documentos a los que se hace referencia arriba elevan problemas e inquietudes asociadas a la viabilidad, la funcionalidad y la factibilidad de la instalación y operación de la instrumentación, los equipos y los controles del RMS en el Vertedero. La suspensión de las termocuplas del Componente 1 debajo de la tubería del revestimiento del pozo, la inserción del transductor de nivel de líquido del Componente 2 a una posición cerca del fondo de los pozos y la inserción del transductor de presión del Componente 3 en las bocas de los pozos presentan riesgos a corto y a largo plazo, que incluyen, de forma enunciativa más no limitativa, un potencial mal funcionamiento y/o falla atribuible a las varias condiciones dentro de los pozos y bocas de pozos, a la interferencia con los sistemas de bombeo y a disturbios asociados al mantenimiento del pozo.

Las potenciales condiciones de la Zona Reactiva a ser observadas y evaluadas incluyen, de forma enunciativa más no limitativa:

- **Temperaturas Elevadas:** Los dispositivos de los Componentes 1, 2 y 3 estarán expuestos a líquidos en fase gaseosa y fase líquida con temperaturas que excederán los 200 grados Fahrenheit. Este Estudio de Viabilidad Piloto observará y evaluará el desempeño, la confiabilidad, la viabilidad, la longevidad y la resiliencia de estos sensores y de los cables de señal asociados, para soportar el calor atípico presente dentro de los pozos ubicados dentro de la Zona Reactiva.
- **Acumulación de Incrustaciones y Residuos:** Los dispositivos de los Componentes 1, 2 y 3 estarán expuestos a líquidos y/o espuma con contenido de sólidos excesivo (suspendidos y disueltos). Estos sensores probablemente experimentarán formación y acumulación de precipitados, calcificación, lodo, "sustancias viscosas" gelatinosas, arena, hollín y/o agregados de otros materiales sólidos que podrán impedir la medición precisa de la temperatura y la presión. Este Estudio de Viabilidad Piloto observará y evaluará el desempeño, la confiabilidad, la viabilidad, la longevidad y la resiliencia de estos sensores y de los cables de señal asociados, para soportar las potenciales incrustaciones y acumulación de sólidos presentes dentro de los pozos ubicados dentro de la Zona Reactiva
- **Compatibilidad Química:** Los dispositivos de los Componentes 1, 2 y 3 estarán expuestos a líquidos, gases y/o espuma que se ha sabido que causa una falla prematura de los equipos y sensores, debido a problemas de compatibilidad química y por lo tanto podrán ser incompatibles con estos dispositivos de los componentes del RMS. Los sensores podrán corroer, deteriorar o pasara a ser no funcionales debido a los productos químicos presentes en los líquidos y/o en la espuma. Incluso se ha sabido que los materiales comúnmente utilizados y de confianza, resistentes a la corrosión utilizados para instrumentación electrónica como el acero inoxidable Tipo 316 se disuelven o se pican en situaciones similares de vertederos de temperatura elevada. Este Estudio de Viabilidad Piloto observará y evaluará el desempeño, la confiabilidad, la viabilidad, la longevidad y la resiliencia de estos sensores y de los cables de señal asociados, para soportar los potenciales problemas de compatibilidad química presentes dentro de los pozos ubicados dentro de la Zona Reactiva.
- **Enredos e Interferencias con las Operaciones y el Mantenimiento de Bombas de Desagote:** Los dispositivos de los Componentes 1, 2 y 3 estarán suspendidos en pozos de extracción activa de fase doble

donde hay bombas e infraestructura de bombeo presentes y en funcionamiento. Estas bombas requieren mantenimiento, para que puedan continuar operando de forma efectiva. Para realizar el mantenimiento de las bombas, deben retirarse del pozo, limpiarse y/o cambiarse o volver a introducirse. Los dispositivos de los Componentes 1, 2 y 3 podrían ser potencialmente dañados por estas actividades de mantenimiento necesarias de la bomba. Además, la bomba y sus tuberías, cables, etc. asociados podrán enredarse con los sensores pozo abajo, con los Componentes 1 y 2, pudiendo dañar y/o destruir la bomba además de los Componentes 1 y 2, potencialmente haciendo que la bomba quede imposible de mover y haciendo que el pozo de extracción de fase doble quede inefectivo, forzando su abandono. Este Estudio de Viabilidad Piloto observará y evaluará los enredos y las interferencias con las operaciones y el mantenimiento de las bombas de desagote dentro de los pozos ubicados dentro de la Zona Reactiva.

## **UBICACIÓN Y CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE POZOS**

El Comité ha evaluado los pozos de LFG existentes en el Vertedero que servirán como potenciales candidatos para recibir los equipos del RMS para el estudio piloto. Los criterios para seleccionar pozos para la implementación piloto del RMS incluyeron variabilidad espacial, presencia de una bomba, rango de temperatura, liberación de lixiviados presurizados y material de tuberías del pozo. En base a estos criterios, se seleccionaron los siguientes pozos para el estudio piloto:

- CV-2306
- CV-2338
- CV-24038
- CV-24126
- CV-24140

## **VALIDACIÓN DE LOS DATOS RECIBIDOS DEL RMS**

Se realizarán controles de la integridad de los datos cada cuatro semanas de forma interina durante la fase del Período de Evaluación, que es después de la instalación y puesta en marcha del RMS y durante el tiempo que dure este estudio piloto. Los controles se realizarán, por ejemplo, comparando las mediciones de la temperatura, la presión y el nivel de líquido registrados utilizando la instrumentación remota automatizada con las mediciones manuales y las tendencias históricas. Los resultados de estas mediciones manuales serán comparados con los datos informados por el RMS que proceden directamente de las mediciones manuales. Estos controles de integridad de los datos son distintivamente diferentes a la fase de Revisión y Validación de Datos y Elaboración de Informes realizada después de que terminó el Período de Evaluación.

Se monitorearán los datos en tiempo real provenientes de los transmisores y las termocuplas para observar la estabilidad y la repetibilidad y cualquier otro valor atípico o inconsistencia será utilizado para mejorar el sistema.

Los sensores se calibrarán en fábrica como corresponda, antes de su instalación.

## **EVALUACIÓN DE LA FUTURA IMPLEMENTACIÓN DEL RMS**

El Comité de la Reacción revisará los resultados del estudio de viabilidad piloto, elaborará un informe detallando los resultados del estudio y hará recomendaciones sobre el mayor uso del RMS en CCL. Este informe con recomendaciones será presentado antes de los 150 días desde la aprobación del SCAQMD de esta propuesta de viabilidad.

## **PROGRAMA DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD PILOTO**

Los plazos asociados a cada tarea presentada a continuación hacen referencia desde la fecha de aprobación del SCAQMD de este Protocolo de Prueba y asumen que la cantidad para el despliegue de los componentes del RMS bajo este estudio de viabilidad piloto será de aproximadamente cinco (5) pozos:

- 8 semanas - Adquisición de instrumentación, equipos y controles del RMS
- 2 semanas - Instalación en el Campo
- 8 semanas - Período de Evaluación
- 3 semanas - Revisión y Validación de Datos y Elaboración de Informe